

## 低強度コンクリートの耐久性

システム科学技術学部 建築環境システム学科

2年 伊藤 薫実

2年 木村 勇登

2年 佐藤 優大

2年 山本 大輝

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

助教 石山 智

### 1 目的

高強度コンクリートや普通コンクリートは様々な種類が開発され私たちの生活に用いられているが低強度コンクリートはあまり見られない。そこで、低強度コンクリートの耐久性とコンクリートを作成する条件を変えることによる状態や性質の変化を明らかにすることを目的とした。そして、研究を通して新たなコンクリートの使い道を探り、建築の幅を広げたいと考え、今回の研究に至った。

### 2 低強度にするために使用した材料・条件

1回目（7種類）…材料：乳酸カルシウム，レモン汁，鉄釘，重曹，シャボン液

条件：水セメント比70%，水セメント比65%（比較用），細粗骨材比1：9

2回目（5種類）…材料：乳酸カルシウム（1回目を1とした25%と75%），ステアリン酸，  
グルコン酸，酢酸

### 3 実験方法

- ① 上記の材料・条件に適合した調合をする。ただし、指定された条件以外は水セメント比65%，細粗骨材比4：6とする。
- ② 材料ごとに試験体を打設し、一週間養生する。
- ③ ある程度固まったものを脱型（固まらないものはそのまま養生）し、28日間水中養生を行う。
- ④ 圧縮試験を行い、各コンクリートの破片をすり潰した粉末を熱分析する。
- ⑤ ④の結果より2回目の材料を選定。
- ⑥ ①～④を再度行う。

### 4 1回目の実験結果・考察

#### 4.1 実験結果

各試験体の圧縮試験の結果は図1となり、その平均は表1にまとめる。強度は、比較用、鉄釘、水セメント比70%、細粗骨材比1：9、シャボン液、重曹、乳酸カルシウム、レモン汁の順に高かった。このうち、レモン汁の試験体は十分に固まっていない状態での圧縮試験だったため、正確な値を求めることができなかった。そのため、この中で一番強度が弱かったのは乳酸カルシウムといえる。

平均最大試験力と熱分析による水酸化カルシウムの含有量を図2にまとめた。鉄釘はすり潰すことが困難なため、熱分析は行わなかった。

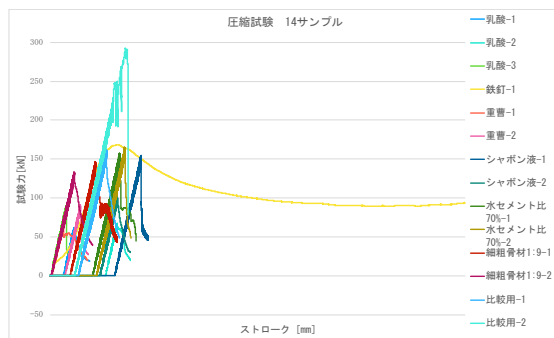


図1 14試験体の圧縮試験の結果

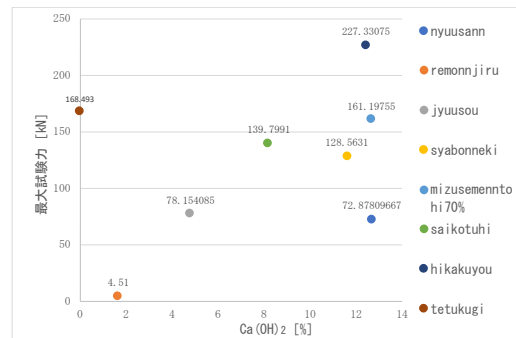


図2 各材料の平均最大試験力 [kN] と水酸化カルシウム含有量 [%] の関係

表1 各材料の平均の最大試験力 [kN] と水酸化カルシウム含有量 [%]

|             | 平均最大試験力 [kN] | 平均水酸化カルシウム [%] |
|-------------|--------------|----------------|
| 比較用         | 227.33075    | 12.43          |
| 鉄釘          | 168.493      | 0 (測定不可)       |
| 水セメント比 70%  | 161.19755    | 12.66          |
| 細粗骨材比 1 : 9 | 139.7991     | 8.21           |
| シャボン液       | 128.5631     | 11.6           |
| 重曹          | 78.154085    | 4.81           |
| 乳酸カルシウム     | 72.87809667  | 12.685         |
| レモン汁        | 4.51         | 1.67           |

#### 4.2 考察

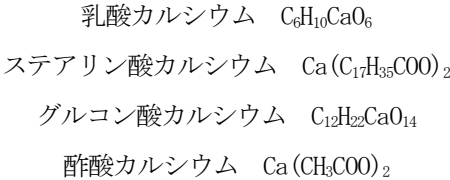
レモン汁を入れたコンクリートが固まらなかった原因として、液体を入れたことによる水セメント比の変化が挙げられる。しかし、同様にシャボン液も水セメント比の変化が起こり、レモン汁と同じく水セメント比が81%となったが固まっていた。そのため、レモン汁の強酸性が水とセメントの化学反応を阻害したと考えられる。

一般的なコンクリートは、水酸化カルシウムが多ければ高強度になり、少なければ低強度になるとされている。しかし、図2より重曹と乳酸カルシウムは水酸化カルシウム含有量が異なるのに対し、平均最大試験力はほぼ等しい値であった。このことから、水酸化カルシウム含有量がコンクリートの強度に何らかの変化を与えていると考えた。そのため、乳酸カルシウムの化学式に類似している水酸化カルシウムを含む薬品を探し、2回目の実験の材料として用いることとする。

5 2 回目の実験結果・考察

5.1 実験結果

1 回目の実験結果より, 乳酸カルシウムの化学式に類似している水酸化カルシウムを含む薬品を材料とする. 各材料の化学式は,



である.

各試験体の圧縮試験の結果は図 3 となり, その平均は表 2 にまとめる. 強度は, 乳酸カルシウム 25%, 乳酸カルシウム 75%, ステアリン酸カルシウム, 酢酸カルシウム, グルコン酸カルシウムの順に高かった. このうち, 酢酸カルシウムとグルコン酸カルシウムの試験体は乾ききっておらず, 十分に固まっていなかった状態での圧縮試験となったため, 正確な値を求めることができなかった. そのため, この中で一番強度が弱かったのはステアリン酸カルシウムといえる.

平均最大試験力と熱分析による水酸化カルシウムの含有量を図 4 にまとめた. 乳酸カルシウムの混入量による変化を図 5 に示す.

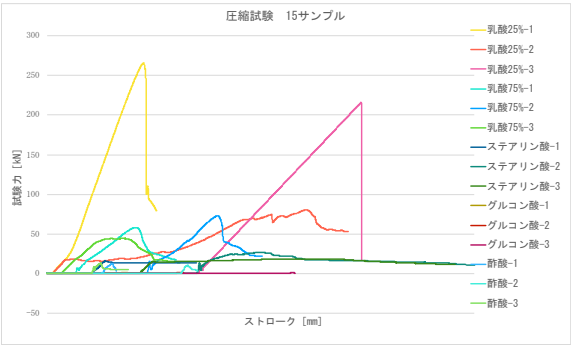


図 3 15 試験体の圧縮試験の結果

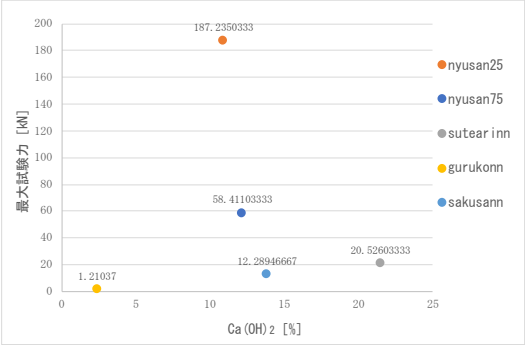


図 4 各材料の平均最大試験力 [kN] と水酸化カルシウム含有量 [%] の関係

表 2 各材料の平均の最大試験力 [kN] と水酸化カルシウム含有量 [%]

|             | 平均最大試験力 [kN] | 平均水酸化カルシウム [%] |
|-------------|--------------|----------------|
| 乳酸カルシウム 25% | 187.2350333  | 10.90811048    |
| 乳酸カルシウム 75% | 58.41103333  | 12.1812546     |
| ステアリン酸カルシウム | 20.52603333  | 21.4744592     |
| 酢酸カルシウム     | 12.28946667  | 13.8486339     |
| グルコン酸カルシウム  | 1.21037      | 2.400460437    |

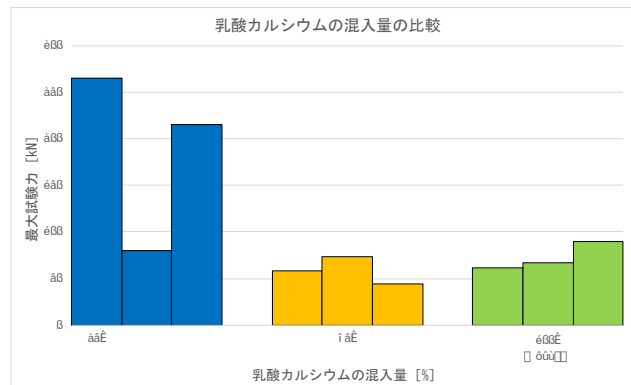


図5 乳酸カルシウムの混入量 [%] の比較

## 5.2 考察

グルコン酸カルシウムが固まらなかった原因として、酸素量の過多が挙げられる。脱型時の状態がレモン汁の試験体に似ていたことから、化学式を比べる。レモン汁は、水  $H_2O$ 、アスコルビン酸  $C_6H_8O_6$ 、クエン酸  $C_6H_8O_7$  の混合物である。グルコン酸カルシウムは、 $C_{12}H_{22}CaO_{14}$  である。他の材料の化学式と比べると、この2種類には酸素量が2倍以上含まれており、固まらなかった原因ではないかと考えた。

ステアリン酸カルシウムが低強度となった要因として、密度が挙げられる。他の材料の密度は平均がおよそ  $0.00197g/mm^3$ 、ステアリン酸カルシウムの密度はおよそ  $0.00151g/mm^3$  であり、軽かった。一般的にコンクリートは密度が大きいほど強度が強くなる。そのため、ステアリン酸カルシウムは低強度になったと考えた。

以上より、酸素を多く含むことでコンクリートが固まらず、密度を小さくすることで低強度コンクリートが作成できると考えた。

## 6 まとめ

今回の実験では、ステアリン酸カルシウムが低強度コンクリートになるという結果になった。そこで、私たちは低強度コンクリートを以下の用途として用いることができるのではないかと考えた。

### ① 破壊実験用

古い建築物には、主に低強度コンクリートが用いられていることがある。今回作成したコンクリートを「模擬試験体」として実験し、適切で効率的な破壊実験を行うことができるのではないかと考えた。

### ② 建築物の雑壁への利用

あえて、雑壁を低強度コンクリートにすることで地震の揺れを吸収し、主体構造への負担を軽減することができるのではないかと考えた。

今回の自主研究で、低強度コンクリートを作成するためには様々な要因があると学んだ。また、低強度コンクリートの使い道について考えることができた。同様に、今後高強度コンクリートを作成する際には、今回明らかとなった低強度コンクリートに必要なとされる要因をできるだけ少なくし、より高強度なコンクリートを目指したい。